

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

B10

(11)Publication number : 2002-364661

(43)Date of publication of application : 18.12.2002

(51)Int.Cl.

F16C 41/00
F16C 19/52
F16C 19/54
F16C 25/08
G01M 13/04
G08C 17/02
G08C 19/00

(21)Application number : 2001-176052

(71)Applicant : NSK LTD

(22)Date of filing : 11.06.2001

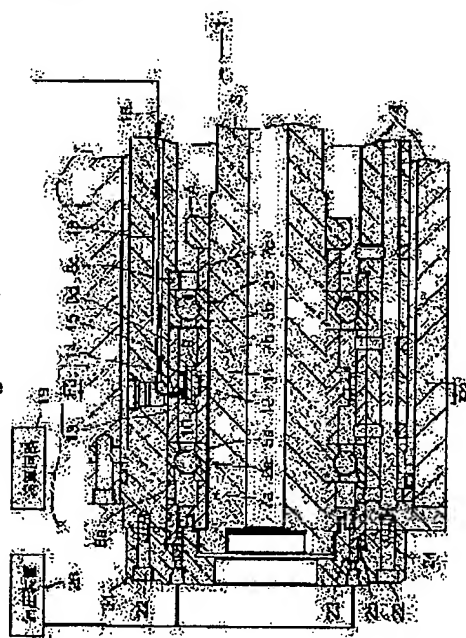
(72)Inventor : ENDO SHIGERU
SAKATANI IKUNORI

(54) MEASURING METHOD OF BEARING PRELOAD AND SPINDLE UNIT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a spindle unit capable of accurately measuring the preload of a bearing and adjusting rotational precision based on the measured preload.

SOLUTION: A variation sensor 12 is attached to an inner-ring spacer 7b which is disposed between respective inner rings 5a, 5b of two rolling bearings 2a, 2b and rotates with the inner rings 5a, 5b. A vibration signal detected by the vibration sensor 12 is transmitted from a transmission antenna 29 via an electric wave R. The sent signal is received by a receiving antenna 14 provided on an outer-ring spacer 8b between outer rings 6a, 6b on the static side. The preload of the bearings 2a, 2b is determined based on the received vibration signal by a calculating circuit 19. A preload variable mechanism 21 is controlled by a hydraulic system 26 based on the determined preload for the optimization of the preload of the bearings 2a, 2b.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-364661

(P2002-364661A)

(43) 公開日 平成14年12月18日 (2002.12.18)

(51) Int. Cl.⁷

識別記号

F I

デフォルト (参考)

F 1 6 C 41/00

F 1 6 C 41/00

2 F 0 7 3

19/52

19/52

2 G 0 2 4

19/54

19/54

3 J 0 1 2

25/08

25/08

3 J 1 0 1

G 0 1 M 13/04

G 0 1 M 13/04

審査請求 未請求 請求項の数12 OL (全8頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願2001-176052(P2001-176052)

(22) 出願日

平成13年6月11日 (2001.6.11)

(71) 出願人 000004204

日本精工株式会社

東京都品川区大橋1丁目6番3号

(72) 発明者 瑞藤 茂

神奈川県藤沢市鰐沼神明一丁目5番50号

日本精工株式会社内

(72) 発明者 坂谷 郁紀

神奈川県藤沢市鰐沼神明一丁目5番50号

日本精工株式会社内

(74) 代理人 100058479

弁理士 鈴江 武彦 (外5名)

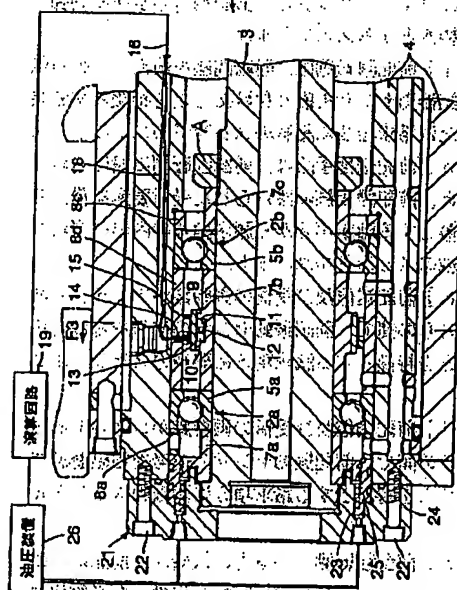
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 軸受の予圧測定方法及びスピンドルユニット

(57) 【要約】

【課題】本発明は、正確に軸受の予圧を測定でき、測定された予圧から回転精度を調整するスピンドルユニットを提供する。

【解決手段】2つの転がり軸受2 a、2 bの互いの内輪5 a、5 bの間に配置されて、内輪5 a、5 bとともに回転する内輪間座7 bに振動センサ1 2を取り付ける。この振動センサ1 2で検出した振動の信号を送信アンテナ2 9から電波Rで送信する。送信された信号は、静止側の外輪6 a、6 bの間に配置された外輪間座8 bに設けられた受信アンテナ1 4で受信される。受信した振動の信号から演算回路1 9で軸受2 a、2 bの予圧を求める。この求められた予圧を基に予圧可変機構2 1を油圧装置2 6で制御して、軸受2 a、2 bの予圧を最適化することを特徴としている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】軸受に支持された回転体の回転中の振動を検出し、検出した振動を基に固有振動数を求め、この固有振動数と前記振動に起因する質量とから前記軸受のばね定数を求め、このばね定数から前記軸受の予圧を求める軸受の予圧測定方法において、前記軸受の回転輪を含む回転側に設けられた振動センサによって前記振動を検出することを特徴とする軸受の予圧測定方法。

【請求項2】転がり軸受を挟んで、この軸受の回転輪を含む回転側と、前記軸受の静止輪を含む静止側とを備えるスピンドルユニットにおいて、前記回転側に取り付けられた振動センサと、前記静止側に前記振動センサが検出した信号を伝える伝播手段と、この伝播手段によって伝えられた信号を基に固有振動数を求め、この固有振動数と前記振動に起因する質量とから前記軸受のばね定数を求め、このばね定数から前記軸受の予圧を求める予圧測定装置とを備えていることを特徴とするスピンドルユニット。

【請求項3】転がり軸受を挟んで、この軸受の回転輪を含む回転側と、前記軸受の静止輪を含む静止側とを備えるスピンドルユニットにおいて、前記回転側に取り付けられた振動センサと、前記静止側に前記振動センサが検出した信号を伝える伝播手段と、この伝播手段によって伝えられた信号を基に固有振動数を求め、この固有振動数と前記振動に起因する質量とから前記軸受のばね定数を求め、このばね定数から前記軸受の予圧を求める予圧測定装置と、前記軸受の予圧を変化させる予圧可変機構とを備え、前記予圧測定装置で求められた実測予圧と前記軸受に予め設定された目標予圧とを比較し、この結果を前記予圧可変機構にフィードバックして前記軸受の予圧を制御することを特徴とするスピンドルユニット。

【請求項4】前記回転側は、回転間座を備え、この回転間座に前記振動センサを取り付けたことを特徴とする請求項2または請求項3に記載のスピンドルユニット。

【請求項5】前記伝播手段は、前記回転側に設けられた送信要素と、前記静止側に設けられた受信要素を備えることを特徴とする請求項2から請求項4の内のいずれか1項に記載のスピンドルユニット。

【請求項6】前記送信及び受信の両要素がアンテナであって、これらの間で、前記振動センサの信号を電波で伝播することを特徴とする請求項5に記載のスピンドルユニット。

【請求項7】前記送信及び受信の両要素がコイルであって、これらの間で、前記振動センサの信号を電磁誘導で伝播することを特徴とする請求項5に記載のスピンドルユニット。

【請求項8】前記回転側への電力の供給は、前記静止側に設けた送電部コイルから前記回転側に設けた受電部コ

イルへの電磁誘導によって行われることを特徴とする請求項2から請求項7の内のいずれか1項に記載のスピンドルユニット。

【請求項9】前記回転側への電力の供給は、前記回転側に設けた発電機の電機子で励起される電力を用いることを特徴とする請求項2から請求項7の内のいずれか1項に記載のスピンドルユニット。

【請求項10】前記振動センサで検出した信号を前記回転側に設けた変調回路で変調し、この変調された信号を前記送信要素から送信し、この送信された信号を前記受信要素で受信し、この受信した信号を前記静止側に設けた復調回路で復調することを特徴とする請求項5から請求項9の内のいずれか1項に記載のスピンドルユニット。

【請求項11】前記振動センサと前記送信要素と前記受電部コイルまたは前記電機子とを、前記回転側と前記静止側の間に設けられた少なくとも2つの軸受の回転輪の間に配置される前記回転側の間座に取り付けたことを特徴とする請求項5から請求項10の内のいずれか1項に記載のスピンドルユニット。

【請求項12】前記受信要素と、前記送電部コイルとを、前記回転側と前記静止側の間に設けられた少なくとも2つの軸受の静止輪の間に配置される前記静止側の間座に取り付けたことを特徴とする請求項5から請求項10の内のいずれか1項に記載のスピンドルユニット。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、工作機械や産業機械などに使用されるスピンドルユニットに関し、特に、このスピンドルユニットの軸受の予圧測定方法、及びこの予圧測定方法を用いて予圧を求めるとともに、求めた予圧から予圧を調節するスピンドルユニットに関する。

【0002】

【従来の技術】スピンドルユニットは、工作機械や産業機械などの主軸に使用され、回転軸をこの回転軸の軸線に沿う方向に離して配置した2つの転がり軸受で支持した構造である。この2つの軸受の間には、内輪間座と外輪間座が配置されている。また、それぞれの軸受には、回転軸の回転精度を高めるために予圧を与えている。この予圧は、例えばアングュラ主軸受や円錐ころ軸受などを2つ対向させて配置し、それぞれの軌道輪環の間隔を調節することで調整される。また、予圧が変化すると、回転精度や軸受部の剛性が変化するため、常に高い回転精度が要求される場合や、予圧が過大になりやすい高速回転の場合は、この予圧を測定し、適正な状態にあるか確認する必要がある。

【0003】そこで、運転中のスピンドルユニットの転がり軸受の予圧を測定する方法として、スピンドルユニットを形成する2つの転がり軸受の静止輪の間に配置される間座に歪ゲージなどの荷重センサを取り付け、間座

に加わる軸方向の荷重から直接的に測定する方法と、回転するスピンドルユニットの振動を計測し、その振動を周波数解析し、転がり軸受のばね定数と回転側の質量に起因して発生するラジアル方向あるいはアキシアル方向の固有振動数を算出することにより、転がり軸受の予圧を求める方法が使用されてきた。

【0004】振動から予圧を求める場合、振動を検出する振動センサを静止側の部材に取り付け、回転軸から転がり軸受の回転輪、転動体、静止輪を経て静止側の部材まで伝達された回転側の振動を検出する方法と、非接触変位計を用いて回転側の振動を検出する方法がある。

【0005】また、予圧を調整するために、例えば背面組み合わせのアンギュラ玉軸受の場合、静止輪を互いに軸に沿って押圧し、静止輪の間に配置された間座を圧縮して予圧を軽減する方向に調整する予圧可変機構を備えたスピンドルユニットがある。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、定位予圧を与えた軸受の予圧を求めるために、静止輪の間に配置される間座に、軸方向の荷重を検地するための荷重センサを組み込んだ方法を適用すると、本来は軸受の予圧を検知したいにもかかわらず、間座の端面と静止輪の端面とを隙間なく押えこむためのねじやベアリングカットによる締め付け荷重をも含んだ値を検知してしまう。したがって、正確な予圧の変化を測定しにくい。

【0007】また、予圧可変機構を備えて使用中の予圧を一定にした定圧予圧が与えられたスピンドルユニットの軸受の予圧を求めるために、静止輪の間に配置される間座に荷重センサを組み込んだ方法を適用すると、荷重センサが検出した信号が、予圧可変機構によって予圧を軽減するために押し縮められて加えられた荷重によるものか、温度変化で間座が膨張して加わった荷重によるものか、判別がつかない場合がある。

【0008】また、振動から予圧を算出する場合、静止側の部材に振動センサを取り付けて振動を検出する方法では、振動の伝達経路が長いと、回転側の振動が伝達経路の途中で減衰するとともに、新たなノイズが加わって、正確な振動数が計測できない場合がある。また、非接触変位計を回転側の部材に近接させて回転側の変位（すなわち振動）を検出する方法では、検出される変位量が小さいため、正確な振動数が計測できない場合がある。

【0009】そこで、本発明は、正確に予圧が測定できる軸受の予圧測定方法と、この軸受の予圧測定方法を適用して予圧を求め得るスピンドルユニット、及び求めた予圧から回転精度を適正に調整するスピンドルユニットを提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明は、軸受に支持された回転体の回転中の振動を検出し、検出した振動から

回転体の固有振動数を求め、この固有振動数と前記振動に起因する質量とから回転体を支持している軸受のばね定数を求め、このばね定数から軸受の予圧を求める軸受の予圧測定方法において、軸受の回転輪を含む回転側に設けた振動センサで振動を検出する予圧測定方法とする。

【0011】また、転がり軸受を挟んで、この軸受の回転輪を含む回転側と、軸受の静止輪を含む静止側とを備えたスピンドルユニットにおいて、回転側に取り付けた振動センサと、この振動センサで検出された信号を静止側に伝播する伝播手段と、この伝播手段によって伝えられた信号を基に固有振動数を求め、この固有振動数と前記振動に起因する質量とから軸受のばね定数を求め、このばね定数から軸受の予圧を求める予圧測定装置とを備えたスピンドルユニットとする。

【0012】または、転がり軸受を挟んで、この軸受の回転輪を含む回転側と、軸受の静止輪を含む静止側とを備えたスピンドルユニットにおいて、回転側に取り付けた振動センサと、この振動センサで検出された信号を静止側に伝播する伝播手段と、この伝播手段によって伝えられた信号を基に回転体の固有振動数を求め、この固有振動数と前記振動に起因する質量とから軸受のばね定数を求め、このばね定数から軸受の予圧を求める予圧測定装置と、軸受の予圧を変化させる予圧可変機構とを備え、予圧測定装置で求められた実測予圧と軸受に予め設定された目標予圧とを比較し、この結果を予圧可変機構にフィードバックして軸受の予圧を制御するスピンドルユニットとする。

【0013】このとき、振動センサは、回転側に配置されている回転間座に取り付けるとよい。

【0014】また、伝播手段は、回転側に設けられた送信要素と、静止側に設けられた受信要素とを備える。両要素をアンテナとする場合は、これらのアンテナの間で検出した振動センサの信号を電波で伝播させる。また、両要素をコイルとする場合は、これらのコイル間で検出した振動センサの信号を電磁誘導で伝播させる。

【0015】回転側への電力の供給は、静止側に設けた送電部コイルから回転側に設けた受電部コイルへの電磁誘導によって行うか、もしくは、回転側に設けた発電機の電機子に励起される電力によって行うことができる。

【0016】検出信号を回転側から静止側へ伝播するために、振動センサで検出した信号を回転側に設けた変調回路で変調し、この変調した信号を送信要素から送信し、この送信された信号を受信要素で受信し、この受信した信号を静止側に設けた復調回路で復調するとよい。

【0017】また、振動センサと送信要素と受電部コイルまたは電機子とを、2つの軸受の間に設けられた回転側の回転間座に取り付け、受信要素と送電部コイルとを、静止側に設けられた静止間座に取り付ける。

【0018】

【発明の実施の形態】本発明の第1の実施形態について、図1を参照して説明する。図1のスピンダルユニット1は、複数、例えば2つのアンギュラ玉軸受2 a、2 bと、回転軸3と、ハウジング4とを備えている。アンギュラ玉軸受2 a、2 bは、回転軸3の軸に沿う方向に互いに鏡対称の関係、すなわち背面組み合わせの関係、かつ互いに離れて配置されている。そして、各軸受2 a、2 bの回転輪である内輪5 a、5 bは、ベアリングナットAを締め付けることで発生する軸方向荷重によって内輪間座7 a、7 b、7 cとともに回転輪に固定され、また、各軸受2 a、2 bの静止輪である外輪6 a、6 bは、ハウジング4の内側にすきまばめ、または、じまりばめで固定されている。内輪5 a、5 bの間及び回転軸3に沿う方向の両隣には、回転軸3に沿って内輪5 a、5 bの位置決めするためにリング状の内輪間座7 a、7 b、7 cが配置されている。また、外輪6 a、6 bの間及び回転軸3に沿う方向の両隣には、ハウジング4に沿ってリング状の外輪間座8 a、8 b、8 cが配置されている。

【0019】内輪5 a、5 bの間の内輪間座7 bの軸方向の中央部には、径外方向に形成されたリング状の凸部9が形成されている。さらにこの凸部9の中央には、溝10の一部に設けられ、この溝10の底部11に振動センサ12が取り付けられている。そして、凸部9の外周には、溝10を覆う保護リング13が取り付けられている。

【0020】また、外輪6 a、6 bの間の外輪間座8 bの内面には、内輪間座7 bの凸部9に対向する位置に、受信要素の一例である受信アンテナ14と、発電機の電機子30に磁束の変化を与えるための鉄輪に複数の穴を設けた励磁環15とが取り付けられている。受信アンテナ14の信号線16は、外輪間座8 bを貫通し、ハウジング4に設けられた配線引出し路18を通してスピンダルユニット1の外に配置された演算回路19に接続されている。

【0021】ハウジング4の端部には、軸受2 a、2 bの予圧を調整する油圧式の予圧可変機構21がボルト22で取り付けられている。予圧可変機構21は、リング状に形成されたシリンダ23を備えた蓋24と、この蓋24のシリンダ23に挿入されたリング状のピストン25とで構成されている。そして、ピストン25は、演算回路19に接続された油圧装置26によって供給された油圧で、外輪間座8 aを回転軸3に沿って外輪間座8 b、8 cの方向に押圧する。

【0022】また、図2及び図3に示すように内輪間座7 bの溝10には、振動センサ12の他に、振動センサ12で検出した信号を電波Rで送信するための変調回路27、発信器28、送信要素の一例である送信アンテナ29、及びこれらに電力を供給するための発電機の電機子30が前記底部11に取り付けられている。電機子30

0は、コイルと鉄心と磁石とを備え、回転軸3とともに回転し、相対的に移動する外輪間座8 bの内面に取り付けられた励磁環15に設けられた穴によって磁場の変化を受け、電磁誘導により発電する。なお、発生した電力は、交流電流であるので、電機子30の後に整流回路を設けて直流電流にして電力を供給する。

【0023】演算回路19は、図4に示すように受信アンテナ14で受信した電波Rが入力される受信器31と、受信した電波Rを元の信号に戻す復調回路32と、信号に含まれる周波数を分解するためのFFT (Fast Fourier transform 高速フーリエ変換) 部33と、分解された信号から固有振動数を求める固有値解析部34と、求められた固有振動数から予圧を求める予圧計算部35と、求められた予圧をアナログ信号に変換するD/A変換部36とを備えている。

【0024】予圧可変機構21に油圧を供給する油圧装置26は、補償回路による制御の一例としてPID (比例積分微分) 制御を行うPID制御部37と、供給する油圧を調整する油圧弁38とを備えている。

【0025】前記玉軸受2 a、2 bの内輪5 a、5 bを含むスピンダルユニット1の回転側から前記玉軸受2 a、2 bの外輪6 a、6 bを含むスピンダルユニット1の静止側に振動センサ12の信号を伝播する伝播手段は、回転側の発信器28と送信アンテナ29、及び静止側の受信アンテナ14と受信器31で構成される。そして、振動センサ12と伝播手段と演算回路19によって、予圧測定装置が構成される。

【0026】以上のように構成されたスピンダルユニット1は、回転軸3が回転することで、電機子30に電力を生じる。そして、この電力によって、内輪間座7 bに設けられた振動センサ12で、回転軸3の振動を計測する。計測された信号は、変調回路27で変調され、発信器28で内輪間座7 bに設けられた送信アンテナ29から電波Rとなって送信される。送信された電波Rは、送信アンテナ29と対向する位置の受信アンテナ14から受信器31に受信され、復調回路32で元の信号に復調される。

【0027】なお、信号の伝播を行う方法は、送信アンテナ29の代わりに内輪間座7 bの外周面に信号線を巻いて形成した送信要素としての回転側コイルと、受信アンテナ14の代わりにこの回転側コイルの外周の位置に相当する外輪間座8 bの内面に信号線を巻いて形成した受信要素としての静止側コイルとを設け、回転側コイルから静止側コイルに電磁誘導で信号を伝播させる方法であってもよい。

【0028】静止側に伝播された振動センサ12の信号は、演算回路19のFFT部33で周波数の成分毎に分解されて固有値解析部34で固有振動数が求められる。この固有振動数は、回転軸3を含めた回転体の質量と、この回転体を支持している軸受2 a、2 bのばね定数に

よって決定される値である。

【0029】したがって、

m : 回転側の質量

f_n : 固有振動数

ω_n : 固有振動数の角速度

$\omega_n = 2\pi f_n$

とすると、軸受のばね定数 K は、

$K = \omega_n^2 \times m$

の式で求めることができる。

【0030】また、このときの軸受2 a、2 bの軸受名番（形式番号）が分かれば、軸受2 a、2 bの内部設計諸元が分かるので、軸受2 a、2 bにかかる予圧と軸受接触部（転動体と軌道の接触部）の変形量から軸受2 a、2 bのばね定数を計算で求めることができる。そこで、前もって予圧と軸受2 a、2 bのばね定数との関係を計算で求め、この関係式を予圧計算部35に備えることで、軸受2 a、2 bのばね定数 K を基に予圧を求めることができる。

【0031】そこで、予圧計算部35では、固有解析部34で求められた固有振動数を基に予圧を求める。求められた予圧は、D/A変換部36によってアナログ信号に変換され、油圧装置28に出力される。

【0032】油圧装置28は、入力された予圧を基にP1D制御部37で油圧弁38の開閉を制御して予圧可変機構21のピストン25の圧力を調整する。このとき、本実施形態のスピンダルユニット1の軸受2 a、2 bは、背面組み合わせの状態に配置されているので、油圧があがってピストン25が押され、軸受2 a、2 bの外輪5 a、5 b及び外輪間座8 a、8 b、8 cがハウジング4に沿って圧縮されると、予圧が小さくなり、油圧が低下して外輪5 a、5 b及び外輪間座8 a、8 b、8 cがハウジングに沿って伸びると、予圧が大きくなる。そして、予圧が変化することで、スピンダルユニット1の回転体の固有振動数が変化するので、それに基づいて再び予圧を調整することを繰り返すことで、予圧を最適化して回転精度を調整することができる。

【0033】つまり、このスピンダルユニット1は、運転中の軸受の予圧の変化を測定し、常時最適な予圧の状態になるように制御することができる。また、このスピンダルユニット1は、回転側となる内輪間座7 bに振動センサ12を直接取り付けて回転体の固有振動数を検出するので、静止側の振動を計測したり、非接触変位計で回転側の振動を計測したりする方法と比較して、検出信号の減衰やノイズが少なく、信号が明瞭である。したがって、正確な予圧を求めることができるので、それに基づいて予圧の調整をすることで、スピンダルユニット1の回転精度をよくすることができ、回転を高速化することができる。

【0034】なお、本実施形態で求めた固有振動数は、ラジアル方向またはアキシャル方向のいずれの方向の固

有振動数であってもよいが、アキシャル方向の固有振動数を求めた方がノイズが少ないのでよい。

【0035】また、内輪間座の溝10に振動センサ12とともに温度センサなど他のセンサを取り付け、振動センサ12の信号と同様の方法で信号を伝播させてセンサ情報を取り出してもよい。振動センサ12とともに温度センサを取り付けると、回転による回転軸3の温度上昇を正確に測定することができる。そこで、この温度の値を予圧の調整に利用すると、温度変化によるスピンドルユニット1の熱膨張や熱収縮の影響を加味した軸受の予圧の制御ができるのでよい。

【0036】また、スピンドルユニット1の運転中の振動や温度を継続的に検出し、その値から予圧の変化を推定することで、スピンドルユニットの軸受のより正確な予圧の制御ができる。検出した軸の温度から、回転軸3の軸方向の熱膨張量を推定し、その値を用いて加工対象物との相対的な送り量を補正することで、加工対象物の寸法精度を向上することができる。

【0037】次に本発明の第2の実施形態について、図5を参照して説明する。なお、第1の実施形態と同じ構成については同一の符号を付してその説明を省略する。図5のブロック図で示すスピンドルユニット1は、第1の実施形態の送信アンテナ29の代わりに送信要素としての送信コイル41を内輪間座7 bに、受信アンテナ14の代わりに受信要素としての受信コイル42を外輪間座8 bに設ける。また回転側への電力の供給は、内輪間座7 bに取り付けられた受電部コイル43と、外輪間座8 bに取り付けられた送電部コイル44と、この送電部コイル44に電流を発生させる電流を流す電源回路45とによって行われる。

【0038】このように構成されたスピンドルユニット1は、内輪間座7 bの振動センサ12で検出された信号は、変調回路27及び送信器28を経て送信コイル41から磁場Hによる電磁誘導で外輪間座8 bの受信コイル42で受信され、演算回路19で処理される。また、回転側である内輪間座7 aに取り付けられた振動センサ12、変調回路27、発信器28への電力は、外輪間座8 bの送電部コイル44に電源回路45で通電して磁場を発生させ、電磁誘導で内輪間座7 bの受電部コイル43を励起して発電することで供給される。

【0039】なお、送信コイル41と受電部コイル43とを兼用して回転側コイルとし、受信コイル42と送電部コイル44を兼用して静止側コイルとすると、装置が簡略化されるのでよい。

【0040】なお、各実施形態において、外輪側を静止輪側とし、内輪側を回転輪側として説明したが、外輪側が回転輪側で、内輪側が静止輪側であってもよい。この場合、振動センサ12は、回転輪側となる外輪間座に取り付けるものとする。

【0041】

【発明の効果】本発明の軸受の予圧測定方法によれば、回転側に設けられた振動センサによって振動を検出するので、減衰やノイズの少ない明瞭な信号が検出でき、正確な軸受の予圧を求めることができる。また、前記予圧測定方法で求められた予圧を基に、スピンドルユニットの予圧可変機構を制御し、軸受の予圧を最適な予圧にすることで、回転精度のよい、かつ、回転の高速化に適するスピンドルユニットとすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態のスピンドルユニットを示す断面図。

【図2】図1のスピンドルユニットの内輪間座を示す図。

【図3】図1中のF3-F3に沿う内輪間座と外輪間座の断面図。

【図4】図1のスピンドルユニットの信号系統を示すブロック図。

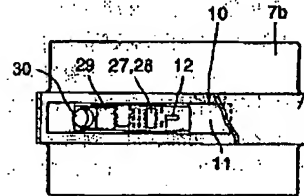
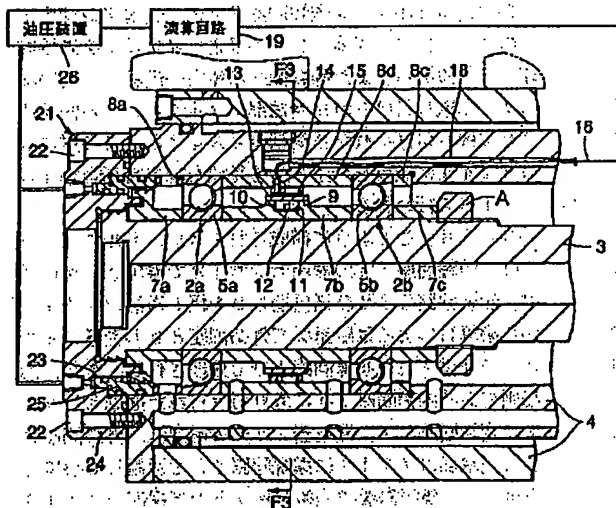
【図5】本発明の第2の実施形態のスピンドルユニットの信号系統を示すブロック図。

【符号の説明】

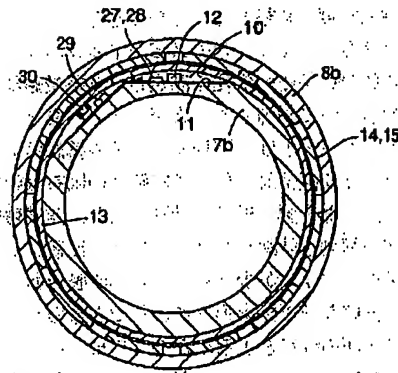
- * 1…スピンドルユニット
- 2a, 2b…軸受
- 5a, 5b…内輪（回転輪）
- 6a, 6b…外輪（静止輪）
- 7b…内輪間座
- 8b…外輪間座
- 12…振動センサ
- 14…受信アンテナ（受信要素）
- 15…励磁環
- 21…予圧可変機構
- 27…変調回路
- 28…復調回路
- 29…送信アンテナ（送信要素）
- 30…電機子
- 41…送信コイル
- 41…受信コイル
- 43…受信部コイル
- 44…送信部コイル
- R…電波
- H…磁場

：（図1）

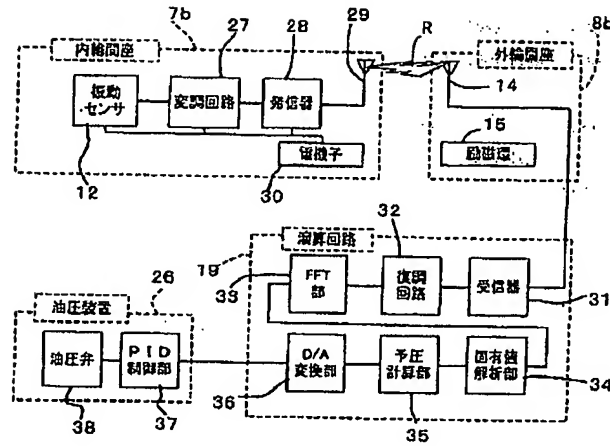
【図2】



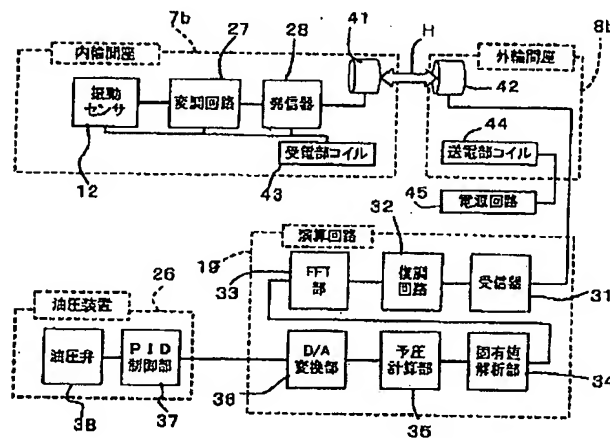
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

G08C 17/02
19/00

識別記号

FI
G08C 19/00
17/00

キーワード(参考)

C
B

Fターム(参考) 2F073 AA35 AB12 BB02 BC02 BC10
CC01 EE12 FF02 FF03 GG01
GG04
2G024 AC02 BA08 CA11 DA03 EA11
3J012 AB04 AB07 BB03 BB05 CB05
FB10
3J101 AA02 AA42 AA54 AA62 AA81
BA71 BA77 FA01 FA24 FA26
FA41 GA31